

Если же отрезок  $[x^+, x^{++}]$ , на котором следует найти оптимальное решение  $x^*$ , задается условием задачи, т.е. он определялся не по предложенному алгоритму захвата оптимального решения, то имеет место условная одномерная оптимизация. При условной одномерной оптимизации нет никакой гарантии, что явный экстремум находится внутри отрезка  $[x^+, x^{++}]$ . Поэтому решение, получаемое с помощью методов МД, МЗС или МФ, может соответствовать как явному экстремуму, так и неявному. В последнем случае  $x^*$ , с точностью до  $\varepsilon$ , находится на одной из границ отрезка  $[x^+, x^{++}]$ .

1.Евдокимов А.Г. Минимизация функций. – Харьков: Вища шк., 1977. – 160 с.

2.Евдокимов А.Г., Панасенко А.А. Оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. – Харьков: Основа, 1996. – 156 с.

*Получено 18.04.2008*

УДК 65.001.1

Т.Г.ФЕСЕНКО

*Харківська національна академія міського господарства*

### **МОДЕЛЬ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ОФІСУ З УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ПРОЕКТАМИ**

Розглядаються основні групи бізнес-процесів, що відбуваються в будівельному проекті та виявлені їх характеристики. Запропоновано математичну модель вибору комплексу програмних засобів (ПЗ), які забезпечать автоматизацію групи бізнес-процесів з урахування можливих обмежень до комп'ютерної реалізації, а також витрат на купівлю, інсталяцію, технічне обслуговування тощо.

Офіс управління будівельними проектами має об'єднувати, координувати і управляти одночасно великою кількістю бізнес-процесів (БП). Реалізація кожного із БП пов'язана з декількома джерелами інформації, ресурсів, виконавців тощо. В умовах зростання темпів реалізації будівництва і великої конкуренції на галузевому ринку механістичний підхід до БП не є перспективним. Для оптимізації роботи офісу необхідно впроваджувати автоматизацію (повну або часткову) БП завдяки програмним продуктам (системам).

У кожному будівельному проекті можна виділити три основні групи бізнес-процесів: проектувальна, виробничо-організаційна і забезпечувальна. Розглянемо, які характеристики, вимоги, обмеження висуваються до програмних продуктів на кожному етапі.

В першій групі – проектувальній – застосовують ПЗ для проектно-технічної документації, а саме: техніко-економічне обґрунтування, містобудівельне обґрунтування, технічний висновок про стан конструкцій, ескізний і робочий проект, кошторис тощо.

Друга група – виробничо-організаційна – включає наступні БП: формування, планування і виконання портфелю проектів і кожного із них окремо, оперативне управління будівельним процесом (складання графіків виробництва робіт, фінансування, постачання матеріалів), контроль і оперативне реагування на відповідність будівельного проекту плановим показникам, корпоративне управління будівельним проектом. Автоматизована система управління має забезпечити [1]:

- «прозорість» діяльності компанії для підвищення інвестиційної привабливості підприємства;
- керівництво необхідним інструментом для прийняття ефективних рішень в умовах жорсткої конкуренції;
- менеджерів середньої ланки інструментом, що забезпечить підвищення ефективності роботи їх підрозділів, максимально гнучко реагувати на зміни умов проекту.

Для третьої групи – забезпечуючої, що пов'язана із збором вихідних даних для проектування, аналізом виконання аналогічних об'єктів, попередніх маркетингових досліджень і т.д., застосовують текстові редактори, електронні таблиці, системи управління базами даних (СУБД), електронне листування.

Сучасні будівельні підприємства застосовують у своїй діяльності інформаційні технології переважно локально, кожний підрозділ компанії працює з різними ПЗ і в різному форматі надають звітність [2]. Терміни і якість виконаних робіт співробітниками часто не відповідають нормативним. Все це унеможливує оперативно отримувати повну інформацію про хід кожного проекту, реальної завантаженості співробітників, досягнутих і очікуваних результатів і т.д.

Як свідчить аналіз робіт [3-5], на сьогодні не приділяється увага науковому обґрунтуванню вибору комплексу ПЗ для автоматизації всіх БП будівельного проекту з використанням математичної моделі.

Мета даної роботи і постановка задачі – розробка моделі вибору комплексу програмних засобів автоматизації бізнес-процесів з метою підвищення ефективності функціонування офісу з управління будівельними проектами.

Для розробки моделі вибору програмних засобів необхідно: визначити множину бізнес-процесів, що реалізуються офісом управління проектами, множину ПЗ, які забезпечують низку можливостей при автоматизації БП, вимоги до комп'ютерної реалізації, витрати на ку-

півлю, інсталяцію, технічне обслуговування тощо.

Враховуючи, що кожний ПЗ характеризується низкою функціональних, інтеграційних і витратних показників, потрібно обрати такий комплекс ПЗ, який би відповідав заданими критеріями і обмеженнями. На сьогодні існує велика кількість ПЗ для автоматизації будь-якого БП, проте немає математичного вираження і обґрунтування вибору комплексу ПЗ для реалізації бізнес-процесів.

*Модель вибору ПЗ для офісу з управління будівельними проектами*

Для розробки моделі вибору ПЗ для офісу з управління будівельними проектами введемо наступні позначення:

– множина груп бізнес-процесів (БП) –  $P = \{P^i\}$ , де  $i = \overline{1, 3}$ ; 3 – кількість груп БП. Кожна група має множину БП –  $P_i = \{P_j^i\}$ , де  $j = \overline{1, P_j^i}$  – кількість процесів у даній групі;

– кожен БП  $P_j^i$  може бути реалізований множиною програмних засобів  $P_j^i \rightarrow \{Z_r\}$ , ( $r = \overline{1, r_j}$ ), де  $r_j$  – кількість ПЗ, що можуть автоматизувати  $j$ -й БП  $i$ -ї групи.

Введемо змінну  $X_{jr}^i = \{0; 1\}$ , де  $X_{jr}^i = 1$  – якщо обрано  $r$ -й ПЗ, у протилежному випадку  $X_{jr}^i = 0$ .

Введемо коефіцієнт  $Y_{jr}^i = \{0; 1\}$ , де  $Y_{jr}^i = 1$ , якщо  $j$ -й БП  $i$ -ї групи забезпечений  $r$ -м ПЗ, у протилежному випадку  $Y_{jr}^i = 0$ .

Кожний ПЗ характеризується низкою показників:

- *функціональними* (на прикладі ПЗ СУБД):
  - 1) продуктивність  $r$ -го ПЗ –  $P_r$ ;
  - 2) цільність даних –  $C_r$ ;
  - 3) можливість одночасно працювати із декількома користувачами –  $N_r$ ;
  - 4) доступність бази SQL –  $SQL_r$ .
- *вимогами до комп'ютерної реалізації*:
  - 1) необхідний об'єм оперативного запам'ятовуючого приладу (ОЗП) –  $V_r^{ОЗП}$ ;
  - 2) необхідний об'єм постійного запам'ятовуючого приладу (ПЗП) –  $V_r^{ПЗП}$ ;
  - 3) необхідна тактова частота мікропроцесора –  $\tau_r^{TЧМ}$ ;

- 4) необхідна дозвільна здатність монітора –  $D_r^{ДЗМ}$  ;
- 5) необхідний об'єм відеопам'яті –  $V_r^{ВП}$  ;
- *інтеграційними*:
  - 1) визначаючи сумісність  $r$ -го ПЗ з  $k$ -м ПЗ у вигляді коефіцієнту  $S_{rk} = \{0;1\}$ , де  $S_{rk} = 1$ , якщо  $r$ -й ПЗ сумісний з  $k$ -м ПЗ, або  $S_{rk} = 0$  ;
  - 2) визначаючи взаємозамінність  $r$ -го ПЗ на  $k$ -й ПЗ у вигляді коефіцієнту  $V_{rk} = \{0;1\}$  , де  $V_{rk} = 1$ , якщо  $r$ -й ПЗ замінюється  $k$ -м ПЗ, або  $V_{rk} = 0$  ;
- *втратами*:
  - 1) на купівлю –  $S_r^K$  ;
  - 2) на інсталяцію –  $S_r^I$  ;
  - 3) на технічну підтримку –  $S_r^{ТП}$  ;
  - 4) на обслуговування –  $S_r^O$  ;
  - 5) приведені витрати –  $S_r^{ПВ}$  .

Приведені витрати – це узагальнений показник, який враховує витрати на купівлю і сумарні експлуатаційні витрати: на інсталяцію, технічну підтримку і обслуговування:

$$S_r = S_r^I + S_r^{ТП} + S_r^O + \eta \times S_r^K, \quad (1)$$

де  $\eta$  – нормативний коефіцієнт окупності,  $\eta = 1/T$ ;  $T$  – період окупності.

Вибір комплексу програмних засобів для проектування БП у будівельному проекті здійснюється за наступними критеріями:

- максимальна продуктивність ПЗ –  $P_{ПЗ}$  ;
- максимальна цільність даних ПЗ –  $C_{ПЗ}$  ;
- максимальна кількість користувачів для одночасної роботи з ПЗ –  $N_{ПЗ}$  ;
- максимальна доступність бази SQL –  $SQL_{ПЗ}$  ;
- мінімальні приведені витрати на ПЗ –  $S_{ПЗ}$  ;
- мінімальний необхідний об'єм ОЗП всіх ПЗ –  $V_{ПЗ}^{ОЗП}$  ;
- мінімальний необхідний об'єм ПЗП –  $V_{ПЗ}^{ПЗП}$  ;

- мінімальна тактова частота мікропроцесора –  $\tau_{ПЗ}^{TЧМ}$  ;
- мінімальна дозвільна здатність монітора –  $D_{ПЗ}^{ДЗМ}$  ;
- мінімальний об'єм відеопам'яті –  $V_{ПЗ}^{ВП}$  .

Математична модель вибору ПЗ має наступний вигляд. Часткові критерії оптимізації:

- максимальна продуктивність ПЗ

$$P_{ПЗ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} P_r \times X_{jr}^i ; \quad (2)$$

- максимальна цільність даних ПЗ

$$C_{ПЗ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} C_r \times X_{jr}^i ; \quad (3)$$

- максимальна кількість користувачів для одночасної роботи з ПЗ

$$N_{ПЗ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} N_r \times X_{jr}^i ; \quad (4)$$

- максимальна доступність бази SQL

$$SQL_{ПЗ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} SQL_r \times X_{jr}^i ; \quad (5)$$

- мінімальні приведені витрати на ПЗ

$$S_{ПЗ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} S_r \times X_{jr}^i ; \quad (6)$$

- мінімальний необхідний об'єм пам'яті ОЗП всіх ПЗ

$$V_{ПЗ}^{ОЗП} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} V_r^{ОЗП} \times X_{jr}^i ; \quad (7)$$

- мінімальний необхідний об'єм пам'яті ПЗП

$$V_{ПЗ}^{ПЗП} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} V_r^{ПЗП} \times X_{jr}^i ; \quad (8)$$

- мінімальна тактова частота мікропроцесора

$$\tau_{ПЗ}^{TЧМ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} \tau_r^{TЧМ} \times X_{jr}^i ; \quad (9)$$

- мінімальна необхідна дозвільна здатність монітора

$$D_{ПЗ}^{ДЗМ} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} D_r^{ДЗМ} \times X_{jr}^i ; \quad (10)$$

– мінімальний об'єм відеопам'яті

$$V_{ПЗ}^{ВП} = \max \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} V_r^{ВП} \times X_{jr}^i . \quad (11)$$

Область припустимих рішень визначається обмеженнями:

1) всі функціональні задачі мають бути забезпеченими ПЗ

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} Y_{jr}^i \times X_{jr}^i \geq 1, \quad (12)$$

2) витрати на купівлю, інсталяцію, технічну підтримку, обслуговування, а також приведені витрати на ПЗ не мають перевищувати заданих  $S_r^K$ ,  $S_r^I$ ,  $S_r^{ТП}$ ,  $S_r^O$ ,  $S_r$ :

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} S_r^K \times X_{jr}^i \leq S_3^K ; \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} S_r^I \times X_{jr}^i \leq S_3^I ; \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} S_r^{ТП} \times X_{jr}^i \leq S_3^{ТП} ; \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} S_r^O \times X_{jr}^i \leq S_3^O ; \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} S_r \times X_{jr}^i \leq S_3 ; \quad (17)$$

3) із множини  $M_r$  взаємозамінних ПЗ має бути обраний тільки один ПЗ

$$\sum_{k \in M_r} V_{rk} \times X_k = 1, \quad r = \overline{1, r_j} \quad \forall V_{rk} = 1, \quad k \in M_r ; \quad (18)$$

4) всі обрані ПЗ мають бути сумісні

$$W_{rk} X_r X_k = 1; \quad r = \overline{1, r-1}; \quad k = r+1, r \quad \forall W_{rk} = 1; \quad (19)$$

5) необхідний об'єм загальної пам'яті ПЗП ПЗ не має перевищувати заданого  $V_3^{ПЗП}$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{r=1}^{r_j} V_r^{ПЗП} \times X_{jr}^i \leq V_3^{ПЗП}; \quad (20)$$

б) необхідний об'єм ОЗП не має перевищувати заданий  $V_3^{ОЗП}$

$$V_r^{ОЗП} \times X_{jr}^i \leq V_3^{ОЗП}, \quad i = \overline{1,3}, \quad j = \overline{1, j^i}, \quad r = \overline{1, r_j}, \quad (21)$$

$$\text{де } V_3^{ОЗП} = \max_{r=1, r_j} \{V_r^{ОЗП}\};$$

7) необхідна тактова частота персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ) не має перевищувати заданої  $\tau_r^{ТЧМ}$ :

$$\tau_r^{ТЧМ} \times X_{jr}^i \leq \tau_3^{ТЧМ}, \quad i = \overline{1,3}, \quad j = \overline{1, j^i}, \quad r = \overline{1, r_j}, \quad (22)$$

$$\text{де } \tau_3^{ТЧМ} = \max_{r=1, r_j} \{\tau_r^{ТЧМ}\}.$$

Наведена математична модель (2)-(22) відноситься до задачі багатокритеріального дискретного програмування.

Таким чином, у даному дослідженні запропонована узагальнена модель вибору комплексу ПЗ, яка, на відміну від існуючих, дозволяє залежно від функціональної групи БП, що реалізує проектний офіс, обирати науково обґрунтований комплекс ПЗ за заданими критеріями і обмеженнями. Ця модель дозволяє підвищити ефективність функціонування офісу з управління будівельними проектами за рахунок автоматизації бізнес-процесів.

1.Калянов Г.Н. CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процессов. – 3-е изд. – М.: Горячая линия - Телеком, 2002. – 320 с.

2.О'Лири, Дэниел. ERP-системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия: Пер. с англ. – М.: ООО «Вершина», 2004. – 272 с.

3.Самандаров А.Х., Хушвалов У.А. САПР и АСУС как средства системотехнические строительства // Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального комплекса города». В 2-х т. Т.2. – М.: МИКХиС, 2008. – С.263-265.

4.Теличко Г.О. Автоматизована система обробки інформації для підтримки прийняття рішення добору і розподілу персоналу підприємства: Автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.13.06 / Донец. нац. ун-т. – Донецьк, 2007. – 19 с.

5.Управление проектами / Л.І.Нефьодов, Ю.А.Петренко, С.А.Кривенко, М.І.Богданов, В.Ф.Демішкан. – Харків: ХНАДУ, 2004. – 231 с.

Отримано 21.04.2008

УДК 624.048

В.Е.АБРАКІТОВ, О.Ю.НІКІТЧЕНКО, кандидати техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

С.Є.СЕЛІВАНОВ, д-р техн. наук

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ПРИЧИНИ УТВОРЕННЯ КАУСТИК І МІКРОСТРУКТУРА ФРОНТУ ЗВУКОВОЇ ХВИЛІ**

У роботах [1, 2, 4] авторами почата спроба математично моделювати (за рахунок створення математичного опису форми фронту) випромінювання від плоского джерела шуму й від просторового джерела шуму у вигляді прямокутного паралелепіпеду. Але справа ускладнюється наявністю каустик хвильових фронтів. Пояснено їх виникнення, тобто розглянуто мікроструктуру фронту (на молекулярному рівні).

У роботах [1, 2] авторами почата спроба математично моделювати (за рахунок створення математичного опису форми фронту) випромінювання від плоского джерела шуму й від просторового джерела шуму в повітрі у вигляді прямокутного паралелепіпеду. На прикладі останнього можна показати, що за рахунок побудови математичних моделей хвильових фронтів можна не тільки описувати спад абсолютних значень інтенсивності на різних відстанях від джерела, але й обчислювати відносні логарифмічні рівні, виражені в децибелах, що має особливе значення в акустиці. Але проста апроксимація форми фронту, наприклад, під такий, що показаний на рис.1, ускладнена наявністю каустик [3-5]. Робота [5] присвячена докладному опису форм каустик та метаморфоз хвильових фронтів, але за рахунок чого виникають такі метаморфози?

Передачу руху в газі можна зобразити тільки за допомогою детальної картини межмолекулярної взаємодії, та знайти силу, з якою кожна з ділянок (обсягів) газу взаємодіє із сусідніми обсягами, у вигляді результуючого тиску. Якщо обсяг газу складається з досить великої кількості молекул, окремі зіткнення між ними можна замінити середньою величиною переданою ними імпульсу за одиницю часу й через одиницю поверхні, що розділяє обсяги. Імпульс за одиницю часу є по визначенню сила, а сила, віднесена до одиниці поверхні, є тиском.

Варто мати на увазі, що в ідеальному газі імпульс передається через поверхню тільки перпендикулярно до неї. Прямий облік зіткнень між молекулами показує, що може переноситися й складова імпульсу, дотична до поверхні. Взаємодія між двома окремими молекулами має складний характер. На більших відстанях всі молекули дуже слабо притягаються, а на малих відстанях, порівняних з їхніми розмірами, дуже сильно відштовхуються. Крім того, молекули більшості газів –